

Eje Temático: Historia y epistemología de la Química y de su enseñanza

UNA APROXIMACIÓN HISTÓRICA DEL CONCEPTO DE AFINIDAD COMO ESTRATEGIA DE AULA PARA HACER UN ACERCAMIENTO QUÍMICO A LAS REACCIONES DE CORROSIÓN

**Maida S. Rincón*, Alberto Sánchez*, William Torres*,
Carolina Villanueva^{*1}**

**Estudiantes de Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Calle 72 #11-86, Bogotá*

Colombia

1. Autor que recibirá la correspondencia Correo electrónico: scarovs128@gmail.com

Resumen

Pensar en la afinidad química es pensar en reacciones químicas, es allí donde se puede apreciar esta propiedad. Por esta razón en este trabajo se muestran las consideraciones al estudiar algunas reacciones que involucran la acción de tres ácidos fuertes (Clorhídrico, Sulfúrico y Nítrico) sobre cuatro metales (Zinc, Hierro, Aluminio y Cobre) con el fin de establecer un orden de afinidad para ellos. Se analizan los datos obtenidos en una práctica de laboratorio donde se tienen en cuenta variables como la concentración, la temperatura, el calor de reacción y su incidencia en la afinidad, así como también se analizan otras consideraciones teóricas no involucradas en el desarrollo de la misma.

Palabras Clave: Afinidad, corrosión, calor, masa, metales y ácidos.

OBJETIVO

Realizar una aproximación histórica del concepto afinidad con el fin de establecer una propuesta práctica experimental que permita explicar las reacciones de corrosión.

Reflexionar sobre las posibilidades que brinda la historia de la química en la construcción de los conceptos en el aula.

Introducción:

En la historia de la química se pueden apreciar nombres como el de Boyle, Lavoisier, Berthelot, Faraday entre otros, interesados en saber cuál era la razón por la que una sustancia podía reaccionar, rápidamente proliferaron las ideas que conferían sentimientos a los compuestos y trabajos en los cuales se observaron los fenómenos derivados de las reacciones

Por esta razón en este trabajo se quiere relacionar la corrosión de los metales,

mediante la pérdida de masa producida al reaccionar con los ácidos fuertes en un sistema abierto a temperatura constante y el análisis teórico del calor liberado por estas mismas reacciones en un sistema cerrado a presión constante, con la medida de afinidad.

Recorrido histórico del concepto afinidad

El concepto de afinidad es tan antiguo como las primeras explicaciones del hombre sobre la composición de lo que lo rodeaba. En el siglo V a. de C., se planteaba la doctrina de

los elementos que se establecía en la idea babilónica de que, para todo lo terrestre existía un reflejo celeste, de acuerdo a ello el mundo estaba constituido mediante cuatro elementos.

“el concepto “afinidad” se enmarca en esta orientación experimentalista” de las teorías químicas” [2]

En este contexto aparece Georg Ernst Stahl (1660 –173) quien buscaba explicar el “problema de la *afinidad química* entre los álcalis y los óxidos por una parte y el azufre y los ácidos por otra” [5] de sus razonamientos surgió la idea del mixtión, estableció que la afinidad iba más allá de una agregación ya que, “la agregación es solo una unión mecánica” [1]. Frente a fenómenos como la corrosión de los metales y la combustión de la madera o del Carbón mineral, Stahl atribuía una misma explicación.

Por otra parte, él consideraba que los precipitados en solución acuosa eran determinantes en el grado de afinidad, idea que retomó el francés Stephan François Geoffroy (1672 –1731) quien construyó la *Tables de rapports* publicadas en 1718 [5] a partir de formación de precipitados en soluciones salinas. Junto a las ideas de Stahl, se presentan las ideas mecanicistas de Newton quien “en la cuestión 31 de su libro *Óptica* consideró que en la química deberían existir fuerzas análogas a las gravitacionales entre cuerpos celestes” [6]. Este concepto permitió desarrollar la idea de afinidad como fuerza de gran intensidad, de atracción o repulsión, por tanto llevo a pensar que como fuerza era una magnitud que podía ser medida.

En cuanto a la afinidad como fuerza de atracción, Lavoisier en el capítulo XII del tratado elemental, explicaba que en la

descomposición de las sustancias vegetales intervenían dos aspectos: el calórico y la fuerza de atracción que ejerce ciertas moléculas sobre otras, estas propias de los principios constitutivos de los vegetales (Hidrógeno, oxígeno, carbono) ([4], p.97), es decir, para Lavoisier la afinidad se manifestaba en la reacción y al igual que para Newton era una fuerza de atracción.

La concepción Newtoniana de afinidad buscaba explicar la formación de nuevas entidades químicas, sin embargo, cuando las reacciones no son absolutas y las hipótesis no son comprobadas surgen nuevas teorías en busca de claridad de esta manera Claude Berthollet presenta su teoría.

Aunque, tiempo después las ideas de Berthollet perdieron fuerza no se puede negar que permitieron pensar en el concepto de afinidad, como plantean. Waage y C.N Guldberg (1864) en su *relatoría sobre afinidad*, “hasta Berthollet siempre se pensó que la afinidad de las partículas era una magnitud independiente de la masa de las partículas (...), lo cual confirmaría con la observación del lago de sodio”, ahora el concepto de afinidad encerraba algo más que la naturaleza de las entidades participantes, era importante considerar las condiciones del medio.

A partir de este momento todo aquel que se preocupara por la afinidad tendría que enlazar dos conceptos a su reflexión, primero la reacción que podría ser controlada por los químicos y segundo el enlace que dependerá de la naturaleza de las entidades, derivando así el concepto de afinidad relacional, ¿cómo explicar esta relación?, para Faraday la respuesta estaba en la teoría electroquímica de Berzelius, campo del conocimiento

reciente a partir del cual, podría estudiarse reacciones como la electrólisis y la formación de sales “ a/ menos hasta 1840, una sal se definirá siempre como la unión de dos cuerpos, simples o compuestos, de carga eléctrica opuesta” [3].

Uno de sus más destacados representantes, Berthelot quien a partir de su invento y utilización de la bomba calorimétrica propone la teoría base donde, volvería a pensarse en la afinidad y en su medida.

Los principios enunciados por Berthelot [3] llevan a la idea de la medida de la afinidad en términos de calor, ya que desde este momento el calor liberado o absorbido en una reacción es una función de estado que reconoce el sistema en el que se desarrolla la reacción. Lo anterior, llevará a nuevas formas de pensar los comportamientos de una reacción química.

Si, a lo anterior se relaciona el concepto de calor de reacción, entalpia y energía libre de Gibbs, se podrá llegar mediante expresiones matemáticas a una medida de afinidad. Fue el físico y matemático, Belga poco reconocido Théophile de Donder, quien matemáticamente define la afinidad como $A = -\Delta G_r$, donde relaciona la energía libre de Gibbs y la afinidad en una combinación de especies químicas. [8]

Finalmente, a pesar de que Théophile de Donder no es muy reconocido en la historia de la química, actualmente, la IUPAC define la afinidad en términos de su expresión matemática, como “el negativo de la derivada parcial de la energía de Gibbs con respecto a la extensión de la reacción a temperatura y presión constante. Es positiva para reacciones espontáneas.

Metodología

A continuación, se presenta la propuesta de una experiencia práctica donde se trabaja con los siguientes metales: Fe, Zn, Al y Cu y ácidos fuertes, HCl, H₂SO₄ y HNO₃ estableciendo dos variables dependientes: el porcentaje de pérdida de masa, el calor de reacción en caso de la calorimetría y tres independientes (temperatura, concentración y tiempo de reacción).

Para llevar a cabo la corrosión a temperatura ambiente se consideran los siguientes factores: concentración de los ácidos 1 y 2 M (se realizan las respectivas disoluciones), la masa y el estado inicial de cada metal (trabajados en láminas) y la masa final después de haber pasado 1 hora de reacción con cada ácido dando un total de 24 experimentos.

Procedimiento

Para evidenciar la corrosión de los metales por acción de ácidos fuertes a temperatura ambiente, se emplean 24 tubos de ensayo, HCl, H₂SO₄ y HNO₃ cada uno a concentración de 1M y 2M, láminas de Hierro, Zinc, Cobre y Aluminio las cuales son lijadas previamente y pesadas. Luego se adiciona 5 ml de ácido a cada tubo de ensayo en seguida, se sumerge una lámina de Zinc al tubo que contiene H₂SO₄ 1M y la otra lámina del mismo metal en el mismo ácido a concentración 2M, se dejan reaccionar durante 1 hora. (Se realiza la misma experiencia con los otros dos ácidos y los demás metales), por último se vuelven a pesar para registrar la masa final de la lámina.

En el caso de la corrosión a 35 °C se utiliza el baño maría para asegurar las condiciones mencionadas anteriormente con la finalidad de aumentar la velocidad de la reacción.

La segunda parte de la práctica, se realiza a partir de los resultados obtenidos de acuerdo

con los diseños anteriores, seleccionando los experimentos con el mayor porcentaje de pérdida de masa, para cuantificar la cantidad de calor liberado de reacción mediante un calorímetro. Utilizando metales en polvo, con el fin de hacer la reacción más evidente, aumento la superficie de contacto, aproximadamente 0,5gr de cada uno.

Análisis de resultados

Al proponer la práctica de laboratorio se tuvo en cuenta la ley de la conservación de la materia, *La materia no se crea ni se destruye solo se transforma* por lo tanto, es así como se establece que la pérdida de masa de los metales correspondería a la generación de nuevas sustancias, por lo tanto podría constituirse en una medida de la afinidad. Según los resultados obtenidos se puede apreciar que las afinidades (expresadas como pérdida de masa), no se ven afectadas por la concentración de los ácidos o la temperatura a la que se dé la reacción, sino se evidencia un aumento en la velocidad de la misma permitiendo establecer un mejor orden de afinidad.

Calorimetria

En aras de estudiar y comprender el concepto de afinidad y llegar a una conclusión de como podría ser una magnitud, se hace necesario adentrarnos en el campo de la termoquímica por esta razón, se hace útil el calculo del potencial termodinamico la energía interna(u), la entalpia(H), la entropia(S) y la energía libre de Gibbs(G) son propiedades de estado extensivas, con ello se evaluó el sistema a presión constante.

El resultado de los calores teóricos calculados para todos los casos es negativo lo cual permite concluir que las reacciones son de tipo exotérmicas y que su entropía es positiva,

por lo tanto solo queda hallar el valor de la energía libre de Gibbs.

Es así, como se puede concluir que el trabajo útil es igual la medida de la afinidad, según el primer principio de Berthelot:

“El trabajo molecular o el calor obtenido en el proceso químico es una medida del trabajo físico y químico hecho en el curso de la reacción. Y es una medida de la afinidad química”. [3]

Conclusiones

- En un sistema cerrado a presión constante, se pueden calcular los potenciales termodinámicos la Entalpia, Entropía, Energía interna y Energía libre de Gibbs.
- En un sistema abierto, o en procesos irreversibles como las reacciones químicas a presión constante, se debe tener en cuenta que:

Las ecuaciones de Gibbs no son aplicables ya que existe un intercambio materia con el medio ambiente. Si la composición varía, el número de moles de cada especie n_i será otra variable a considerar. Así, para determinar cómo varían las funciones termodinámicas en reacciones completas, lo que se hace es "congelar" la reacción y variar la composición del sistema de forma reversible modificando en una cantidad dn_i variando la U, H, A, G. Lo anterior solo se puede hacer considerando el concepto de potencial Químico

-Es importante destacar que esta experiencia puede ser reproducida en el aula de tal manera, que la reconstrucción del concepto a partir de la reflexión de una práctica de laboratorio permita reconocer el proceso histórico y entender cuáles fueron los pasos determinantes para llegar a este. De esta manera, los estudiantes podrán reconocer

conceptos químicos como una construcción coherente y no como fragmentos de teorías.

Referencias bibliográficas

- [1] B. Bensaude-Vincent, I. Stengers, *Historia de la Química*. Madrid, España: Addison-Wesley Iberoamericana, S.A. (1997).
- [2] A. Estany, M. Izquierdo. La evolución del concepto de afinidad analizada desde el modelo de S. Toulmin. *Llull*, 13, 349 -378. (1990).
- [3] C. Furió, J.Solbes, M. Furió. La Historia Del Primer Principio De La Termodinámica Y Sus Implicaciones Didácticas Rev. Eureka. Enseñ. Divul. Cien., 2007, 4(3), pp. 461-475. (2007)
- [4] A. Lavoisier. De la descomposición de los materiales vegetales y animales por la acción del fuego. Cap. XII. *Tratado elemental de química*. (1786).
- [5] G. Lockemann. *Historia de la Química 1*. México: Unión Tipográfica Editorial Hispano Americana. (1960)
- [6] J. Quílez. Aproximación a los orígenes del concepto de equilibrio químico: algunas implicaciones didácticas. *Educación Química*, 13 (2), 101 -112. (2002)
- [8] I. Martínez. Termodinámica Básica Y Aplicada. Termodinámica de las reacciones químicas. p 197. Madrid. (1992).
- [9] R. Roa. *Propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de enlace químico en la Educación media vocacional a partir del concepto de densidad de carga* (Tesis de maestría). Universidad Nacional, Bogotá, Colombia. (2011)
- [10] G. Urbain. L'énergétique des réactions chimiques. L'Affinité chimique et sa mesure. Paris. (1925)